УДК 612.766.1;612.825.8

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ РЕФЛЕКС ЧЕЛОВЕКА И ТОЧНОСТЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ

Н.Н. Несмелова

Томский государственный университет системы управления и радиоэлектроники
E-mail: nina@main.tusur.ru

Рассматриваются взаимосвязи между особенностями вегетативных компонентов ориентировочного рефлекса человека и его способностью точно воспроизводить интервалы времени длительностью от 0,8 с до 35,3 с. Анализируются психофизиологические механизмы, лежащие в основе выявленных зависимостей.

Современное общество характеризуется изменением структуры труда: на фоне снижения двигательной активности работающего человека происходит постоянное возрастание информационной нагрузки и ответственности. Человек-оператор, осуществляющий функции контроля и управления, является важным звеном всех потенциально опасных технических систем. Статистические данные свидетельствуют о постоянном росте количества аварий и катастроф, связанных с такими системами, о повышении количества жертв и материального ущерба от них [1]. При этом значительная доля аварий на производстве и на транспорте является следствием неправильных действий человека в сложной ситуации, что придает огромную актуальность изучению проблемы надежности человека-оператора. Одним из факторов, способствующих повышению надежности, может стать оценка профессиональной пригодности и эффективный профессиональный отбор операторов. При этом следует обращать внимание на успешность адаптации к деятельности, на динамику функционального состояния в условиях производственной нагрузки, а также на особенности реагирования в неожиданных ситуациях.

Основным содержанием деятельности оператора является восприятие и оценка информации о состоянии объекта управления. Поэтому процессы восприятия, а также связанные с ними процессы мышления и памяти и внимания, имеют решающее значение [2]. Многочисленными исследованиями показаны связи ориентировочного рефлекса с этими процессами [3, 4]. Ориентировочный рефлекс лежит в основе ориентировочно-гностической деятельности, на которой базируется обработка информации человеком-оператором, а также в основе научения и поведенческой адаптации [5, 6]. На возможную связь психофизиологической надежности оператора с индивидуальными особенностями ориентировочного рефлекса указывал В.Д. Небылицин [7]. Необходимым качеством человека-оператора считают способность правильно и отчетливо ориентироваться во времени [2]. В то же время в литературе отсутствуют сведения о связях «качества внутренних часов» и особенностей ориентировочного рефлекса человека. Выявление таких связей может иметь большое значение в исследовании проблемы надежности человека-оператора, позволит лучше понять фундаментальные механизмы адаптации человека к меняющимся условиям среды.

Целью данной работы является изучение взаимосвязей между особенностями вегетативных компонентов ориентировочного рефлекса человека и его способностью к точному воспроизведению интервалов времени. Для изучения особенностей восприятия времени использовалась специально разработанная программа, реализованная на персональном компьютере [8]. В ходе исследования, участниками которого стали 104 человека мужского пола в возрасте от 17 до 25 лет, студенты высших учебных заведений г. Томска, каждому испытуемому через наушники предъявлялись звуковые сигналы интенсивностью 60 дБ, частотой 1000 Гц, разной длительности (от 0,8 с до 35,3 с) в случайном порядке. После окончания сигнала следовало воспроизвести его длительность, включая и выключая звук нажатием клавиши компьютера. Звук каждой длительности предъявлялся пять раз. Подсчитывали относительную точность воспроизведения сигналов каждой длительности, как отношение средней воспроизводимой длительности к предъявляемой.

Те же испытуемые участвовали в исследовании вегетативных компонентов ориентировочного рефлекса. Во время регистрации испытуемый находился в звукоизолирующей камере, в положении сидя, с закрытыми глазами. Источником звуковых стимулов служил фоностимулятор FNS-2. Звуковые тоны интенсивностью 60 дБ, частотой 1000 Гц, длительностью 10 с предъявлялись через наушники с паузами длительностью от 20 до 30 с до полного угашения кожно-гальванической реакции (КГР). Звук интенсивностью 100 дБ, той же частоты и длительности, предъявлялся однократно. С помощью полиграфа П8Ч-01 регистрировали электрокардиограмму, торакоспирограмму, реограмму на частоте 40 Гц с указательного пальца и КГР с безымянного пальца левой руки испытуемого, реоэнцефалограмму в лобно-затылочном отведении [9]. Критерием полного угашения считали отсутствие КГР при трех последовательных предъявленьях сигнала. Путем посекундного усреднения выборочных значений частоты сердечных сокращений, периода дыхания и времени нарастания анакроты реограммы были получены графики динамики сердечного, сосудистого и дыхательного компонентов ориентировочного рефлекса.

Средняя относительная точность воспроизведения для всех сигналов составила 0,86, то есть испытуемые чаще уменьшали длительность сигнала при воспроизведении. Индивидуальные значения этого показателя колебались от 0,45 до 1,5. Точнее, чем другие, воспроизводились сигналы длительностью 6,55 и 9,3 с (критерий Вилкоксона: $p<0,05$). Сигнал длительностью 35,3 с воспроизводился наименее точно (табл. 1). Распределения показателей относительной точности воспроизведения были близки к нормальному для всех предъявляемых длительностей (критерий Колмогорова-Смирнова). Чтобы сократить количество показателей, с помощью метода главных компонент (с вращением «Варимакс») было выделено два фактора, объясняющих 72 % общей дисперсии (табл. 2). Первый фактор имел максимальные нагрузки на показателях декасекундных длительностей (20,3; 25,3; 35,3 с), а второй – на показателях околосекундных длительностей (0,8; 1,3 с). Нагрузки на показателях средних длительностей были распределены между двумя факторами, причем с ростом длительности сигнала нагрузка на первый фактор росла, а на второй – уменьшалась (табл. 2).

Взаимосвязи между особенностями вегетативных компонентов ориентировочного рефлекса и точностью воспроизведения длительности звуков выявлены путем анализа канонических корреляций [10]. Оказалось, что ориентировочный рефлекс на звук интенсивностью 60 дБ значимо связан с точностью воспроизведения околосекундных интервалов ($R=0,45$; $p=0,002$), тогда как рефлекс на звук интенсивностью 100 дБ коррелировал с точностью воспроизведения декасекундных интервалов ($R=0,42$; $p=0,04$).

Вероятно, полученные результаты связаны с особенностями когнитивной сферы человека, которые должны играть существенную роль в процессах адаптации к информационной нагрузке и к соответствующим видам трудовой деятельности. Для идентификации этих особенностей была исследована точность воспроизведения длительности звуковых сигналов в группах испытуемых – студентов, получающих профессии, которые Е.А. Климов [11] относит к разным типам.

Таблица 1. *Результаты воспроизведения длительности звуковых сигналов испытуемыми*

Длительность звука, с	Описательные статистики		
	Среднее±стандартное отклонение	Минимум	Максимум
0,8	0,87±0,19	0,45	1,45
1,3	0,84±0,17	0,40	1,25
3,3	0,87±0,19	0,51	1,49
6,6	0,92±0,19	0,55	1,39
9,3	0,92±0,19	0,45	1,56
12,8	0,90±0,19	0,54	1,43
20,3	0,83±0,18	0,46	1,37
25,3	0,83±0,18	0,42	1,37
35,3	0,79±0,16	0,39	1,20

Таблица 2. *Факторная структура индивидуальных средних ошибок воспроизведения звуковых сигналов разной длительности*

Факторы	Факторные нагрузки, соответствующие разным длительностям воспроизводимых звуков									Доля объясненной дисперсии, %
	0,8 с	1,3 с	3,3 с	6,6 с	9,3 с	12,3 с	20,3 с	25,3 с	35,3 с	
1	−0,1	0,1	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	51,3
2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1	−0,1	−0,1	20,7

В группу А (75 человек) вошли студенты физико-математических и технических факультетов, получающие профессии типа «человек-техника» и «человек-знак». В группу Б (16 человек) – студенты естественнонаучных факультетов (биологи, химики, медики, геологи), получающие специальности типа «человек-природа». Оказалось, что испытуемые из группы Б более точно, чем испытуемые из группы А, воспроизводили околосекундные интервалы, но менее точно – декасекундные. При этом для испытуемых из группы А точность воспроизведения околосекундных и декасекундных интервалов оказалась практически одинаковой, тогда как испытуемые из группы Б воспроизводили околосекундные интервалы достоверно точнее, чем декасекундные (T-тест: $p<0,05$).

По характеру вегетативных компонентов ориентировочного рефлекса на звуковые сигналы между группами А и Б выявлены существенные различия. Так, на основе характеристик дыхательного компонента ответа оказалось возможным с высокой точностью (86 %) расклассифицировать испытуемых по этим группам ($p<0,0005$). Представители группы А, как правило, реагировали на сильный звук коротколатентным замедлением дыхания с последующим ускорением, а представители группы Б – постепенным замедлением дыхания. На звук умеренной интенсивности представители группы А чаще отвечали ускорением, а представители группы Б – замедлением дыхания. Коротколатентная задержка дыхания в ответ на звук интенсивностью 60 дБ была более выраженной у представителей группы Б, а в ответ на звук интенсивностью 100 дБ – у представителей группы А.

При дискриминантном анализе сердечного и сосудистого компонентов ориентировочного рефлекса точность классификации испытуемых в группы А и Б составила 72 % ($p<0,03$). В ответ на звуковой сигнал умеренной интенсивности (60 дБ) испытуемые группы А демонстрировали более высокий уровень реактивного возбуждения центральной нервной системы, что отражалось в реакциях ускорения дыхания и сердечного ритма. На сильный сигнал (100 дБ) эти лица отвечали по активно-оборонительному типу, реакция сопровождалась резкой задержкой дыхания с последующим ускорением и сильным сужением периферических сосудов. Для испытуемых группы Б, напротив, характерно незначительное возбуждение центральной нервной системы в ответ на звук умеренной интен-

сивности. На сильный звук они отвечали пассивно-оборонительной реакцией, которая сопровождалась замедлением дыхания, слабым сужением периферических сосудов и медленным возвращением частоты сердечных сокращений к фоновым значениям после выключения сигнала.

Полученные результаты, по-видимому, связаны с тем, что точность воспроизведения околосекундных и декасекундных длительностей контролируется разными когнитивными механизмами. Известно, что человек способен надежно различать только короткие интервалы времени длительностью от 0,5 с до 2 с, тогда как восприятие более длинных интервалов затруднено. Скорее всего, воспроизведение околосекундных интервалов происходит при участии механизмов непроизвольной регуляции внимания и памяти, тогда как воспроизведение интервалов большей длительности связано с включением произвольной регуляции. Это предположение подтверждается различиями по точности воспроизведения интервалов между студентами, получающими профессии разных типов.

В литературе указывается, что профессиональные предпочтения людей связаны с их психофизиологическими особенностями [12]. Профессии типа «человек-человек» и «человек-природа» склонны выбирать люди с более развитой непроизвольной саморегуляцией, высокоактивированные, чаще относящиеся к художественному типу высшей нервной деятельности. Такие особенности присущи испытуемым из группы Б, которые, благодаря развитой непроизвольной саморегуляции, успешно воспроизводили длительность околосекундных интервалов. Профессии типа «человек-техника» и «человек-знак» чаще выбирают люди с более развитой произвольной саморегуляцией, низкоактивированные, относящиеся к мыслительному типу высшей нервной деятельности. Эти качества присущи испытуемым из группы А, которые, благодаря развитой произвольной саморегуляции, с высокой точностью воспроизводили длительности декасекундных интервалов.

Индивидуальные особенности, влияющие на профессиональные склонности человека, связаны также с определенным характером электроэнцефалограммы, что указывает на их генетическую природу. Предпочтение специальностей типа «человек-человек» и «человек-природа» связано с меньшей, а предпочтение специальностей типа «человек-техника» и «человек-знак» – с большей выраженностью α-ритма в электроэнцефалограмме [12]. Дополнительные исследования [13] показали, что группы А и Б различаются по представленности α-ритма в электроэнцефалограмме (критерий Манна-Уитни: p=0,03): в группе А значение α-индекса составило 72 %, в группе Б –55,3 %. Эти результаты подтверждают правомерность выдвинутых предположений о психофизиологических особенностях испытуемых разных групп.

Согласно полученным данным, предиктором точности воспроизведения околосекундных интервалов может служить характер ориентировочного рефлекса на звук умеренной интенсивности (60 дБ). Высокая точность воспроизведения отмечена у испытуемых, для которых характерно выраженное коротколатентное замедление сердечного ритма, что свидетельствует о связи этой реакции с включением непроизвольного внимания. Низкая точность воспроизведения околосекундных интервалов связана с ускорением сердечного ритма. Таким образом, высокая точность воспроизведения околосекундных интервалов отражает высокий уровень развития непроизвольного внимания.

Точность воспроизведения декасекундных интервалов может быть предсказана по характеру ориентировочного рефлекса на звуковые сигналы высокой интенсивности (100 дБ), при этом высокая точность характерна для лиц, реагирующих длиннолатентным замедлением сердечного ритма и ускорением дыхания, низкая – для лиц, реагирующих замедлением дыхания. Как известно, ускорение дыхания связано с ростом возбуждения, а замедление дыхания – со снижением возбуждения центральной нервной системы [14]. Способность отвечать возбуждением на интенсивные воздействия характерна для сильной нервной системы, тогда как индивиды со слабой нервной системой реагируют на такие воздействия торможением [15]. Длиннолатентное замедление сердечного ритма может свидетельствовать о высоких возможностях произвольной саморегуляции психических процессов. Полученные результаты свидетельствуют, что наиболее точно воспроизводят декасекундные интервалы времени испытуемые с сильной нервной системой и высоким уровнем произвольной саморегуляции.

Учитывая, что факторы точности воспроизведения околосекундных и декасекундных интервалов линейно независимы друг от друга, при отборе лиц к операторским профессиям следует учитывать значения как одного, так и другого фактора. Вероятно, наиболее успешно смогут адаптироваться к информационной нагрузке лица с высокими значениями этих факторов, сочетающие силу нервной системы с высоким уровнем развития как непроизвольной, так и произвольной форм саморегуляции психических процессов. Отбор таких лиц можно производить как по успешности воспроизведения звуковых сигналов разной длительности, так и по характеру ориентировочного рефлекса на звуковые сигналы разной интенсивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и экология. – М.: Контакт-Культура, 2000. – 380 с.
2. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции и операторский труд. – Киев: Наукова думка, 1991. – 216 с.
3. Дубровинская Н.В. Нейрофизиологические механизмы внимания. – Л.: Наука, 1985. – 144 с.
4. Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. – М.: Наука, 1981. – 139 с.
5. Голубева Э.А. Ориентировочный рефлекс в структуре природных предпосылок общих способностей // Проблемы психологии личности. Отв. ред. Е.В. Шорохова, О.И. Зотова. – М.: Наука, 1982. – С. 213–223.
6. Тихомирова И.В. Стилевые и продуктивные характеристики способностей: типологический подход // Вопросы психологии. – 1988. – № 3. – С. 106–115.
7. Небылицин В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления // Хрестоматия по инженерной психологии. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 238–247.
8. Бушов Ю.В., Несмелова Н.Н. Индивидуальные особенности восприятия человеком длительности интервалов времени // Физиология человека. – 1994. – Т. 20. – № 3. – С. 30–35.
9. Несмелова Н.Н., Бушов Ю.В. Влияние индивидуальных психофизиологических особенностей человека на характер ориентировочного рефлекса // Сибирский психологический журнал. – 1996. – Вып. 2. – С. 67–68.
10. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Информационно-издательский дом «Филин», 1997. – 608 с.
11. Климов Е.А. Как выбирать профессию. – М.: Просвещение, 1984. – 167 с.
12. Голубева Э.А. Способности и индивидуальность. – М.: Прометей, 1993. – 306 с.
13. Несмелова Н.Н., Бушов Ю.В., Вячистая Ю.В., Емаков И.В., Бодрова Т.В. Психологический тип личности и его роль в различных видах интеллектуальной деятельности // Здоровый образ жизни: сущность, структура, формирование на пороге XXI века: Междунар. научно-практ. конф. – Томск, 1996. – С. 56–57.
14. Аракелов Г.Г., Шотт Е.К. КГР как проявление эмоциональных, ориентировочных и двигательных составляющих стресса // Психологический журнал. – 1998. – Т. 19. – № 4. – С. 70–79.
15. Ратанова Т.А. Субъективное шкалирование и объективные физиологические реакции человека. – М.: Педагогика, 1990. – 216 с.